

**РСТ**

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
Международное бюро

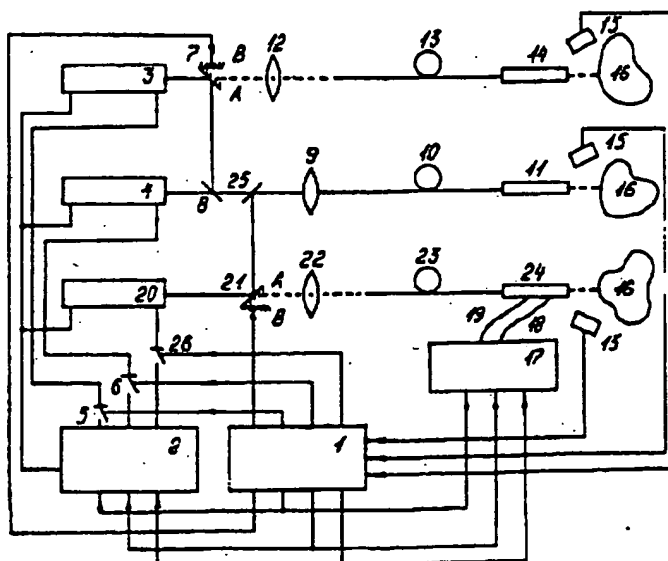


**МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ  
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)**

(51) Международная классификация изобретения: A61N 5/06	A1	(11) Номер международной публикации: WO 96/25979 (43) Дата международной публикации: 29 августа 1996 (29.08.96)
(21) Номер международной заявки: PCT/RU95/00211 (22) Дата международной подачи: 27 сентября 1995 (27.09.95) (30) Данные о приоритете: 95102749 24 февраля 1995 (24.02.95) RU (71)(72) Заявитель и изобретатель: АЛЬТШУЛЕР Григорий Борисович [RU/RU]; 96240 Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, д. 5, корп. 1, кв. 97 (RU) [ALT-SHULER, Grigory Borisovich, St.Petersburg (RU)].		(81) Указанные государства: AT, AU, BR, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, HU, JP, KR, MX, NO, NZ, PL, PT, RU, SE, SI, US, европейский патент (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Опубликована С отчетом о международном поиске.

(54) Title: **DEVICE FOR USE IN THE LASER TREATMENT OF BIOLOGICAL TISSUE (VARIANTS THEREOF)**

(54) Название изобретения: **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ (ЕГО ВАРИАНТЫ)**



(57) Abstract

The devices, comprising two or three pulse lasers (3, 4, 20), are provided with a system for the automated optimisation of the parameters pertaining to the radiation of the two lasers and to the type and method of treatment applied to each type of biological tissue. The outputs from at least one receiver (15) for receiving data on the condition of the biological tissue (16) being treated are connected to the inputs of the control unit (1) whose output signals are applied to electronic switches (5, 6, 26) incorporated in the links between each laser (3, 4, 20) and a power supply unit (2). The devices also include a controllable irrigation system (17) for irrigating the treatment zone and a mixing system for mixing the laser beams. The latter system comprises reflecting mirrors (7, 21) and selectively reflecting mirrors (8, 25) and makes it possible to produce independent radiation outputs.

В устройства, состоящие из двух или трех импульсных лазеров (3, 4, 20), введена система автоматической оптимизации параметров излучения этих лазеров, типов и режимов обработки для каждого вида биологической ткани. Выходы хотя бы одного приемника информации (15) о состоянии обрабатываемой биоткани (16) соединены с входами блока управления (1), выходные сигналы которого подаются на электронные ключи (5, 6, 26), установленные в цепях соединения каждого лазера (3, 4, 20) с блоком питания (2). В устройства включены также управляемая система орошения (17) зоны обработки и система смешивания излучения лазеров, состоящая из отражательных зеркал (7, 21) и селективно отражательных зеркал (8, 25), предусматривающая возможность и независимых выходов излучений.

#### ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FI	Финляндия	MR	Мавритания
AU	Австралия	FR	Франция	MW	Малави
BB	Барбадос	GA	Габон	NE	Нигер
BE	Бельгия	GB	Великобритания	NL	Нидерланды
BF	Буркина Фасо	GN	Гвинея	NO	Норвегия
BG	Болгария	GR	Греция	NZ	Новая Зеландия
BJ	Бенин	HU	Венгрия	PL	Польша
BR	Бразилия	IE	Ирландия	PT	Португалия
CA	Канада	IT	Италия	RO	Румыния
CF	Центральноафриканская Республика	JP	Япония	RU	Российская Федерация
BY	Беларусь	KR	Корейская Народно-Демократическая Республика	SD	Судан
CG	Конго	KZ	Казахстан	SE	Швеция
CH	Швейцария	LI	Лихтенштейн	SI	Словения
CI	Кот д'Ивуар	LK	Шри-Ланка	SK	Словакия
CM	Камерун	LU	Люксембург	SN	Сенегал
CN	Китай	LV	Латвия	TD	Чад
CS	Чехословакия	MC	Монако	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MG	Мадагаскар	UA	Украина
DE	Германия	ML	Мали	US	Соединенные Штаты Америки
DK	Дания	MN	Монголия	UZ	Узбекистан
ES	Испания			VN	Вьетнам

## Устройство для лазерной обработки биологической ткани (его варианты)

### Область техники

Изобретение относится к медицинской технике и может быть  
5 использовано в хирургии, ортопедии и стоматологии для обработки  
мягких и твердых биологических тканей.

### Предшествующий уровень техники

Известно устройство для обработки тканей зуба лазерным  
10 излучением (патент WO 90/01907, A61C 5/00, дата публикации 08.03.90),  
содержащее последовательно расположенные вдоль оптической оси  
импульсный лазер и средство доставки излучения к зубу, включающее  
отрезок оптического волокна, вход которого оптически сопряжен с  
выходом лазера, и наконечник, вход которого оптически сопряжен с  
15 выходом оптического волокна, а выход является выходом устройства.  
Причем, в качестве лазера может быть использован как неодимовый, так и  
гольмиевый или эрбиевый лазеры.

Основным недостатком данного устройства является невозможность  
быстрой замены одного лазера на другой в зависимости от типа  
20 обрабатываемой ткани, а также высокая опасность нанесения лазерной  
травмы.

Известно также лазерное устройство для лечения зубов, которое  
является наиболее близким по технической сущности и принято за  
прототип (патент WO 90/12548, A 61C 5/00, дата публикации 01.11.90).

Это устройство содержит блок управления, два импульсных лазера,  
25 оптические оси которых параллельны, расположенные на оптической оси  
второго лазера, фокусирующую систему и отрезок оптического волокна с  
наконечником. На оптический осях обоих лазеров расположены под углом  
45° к осям оптически сопряженные между собой, фокусирующей системой  
и оптическим волокном зеркала. Зеркало, расположенное на оси первого  
30 лазера отражательное, а на оси второго лазера - дихроичное,  
т.е. селективно отражательное для длины волны излучения первого лазера  
и прозрачное для длины волны излучения второго.

Основным недостатком прототипа является недостаточная  
эффективность его применения при переходе от режима одного типа  
35 обработки к другому и опасность нанесения травмы, связанная с  
отсутствием системы определения вида обрабатываемой ткани.

### Раскрытие изобретения

Задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение,  
заключается в создании устройства для лазерной обработки биологической  
40 ткани, выполняющего все виды лазерных операций в хирургии, ортопедии  
и стоматологии, с обеспечением при этом возможности быстрого перехода  
от одного типа обработки к другому и минимальной инвазивности.

Указанная задача решается при осуществлении изобретения за счет  
достижения технического результата, заключающегося в оптимизации

режимов обработки и параметров лазерного излучения в зависимости от типа обработки и вида биологической ткани.

Указанный технический результат при осуществлении изобретения достигается тем, что в устройство для лазерной обработки биологической  
5 ткани содержащее блок управления, выходы которого соединены с блоком питания лазеров, импульсные лазеры, оптические оси которых параллельны, оптически сопряженные отражательное и селективно  
10 отражательное для длины волны первого лазера и прозрачное для длины волны второго лазера зеркало, установленные на осях первого и второго лазеров соответственно, установленные на оптической оси второго лазера  
фокусирующую систему и оптическое волокно с наконечником, выход  
15 которого является оптическим выходом устройства, введен хотя бы один приемник информации о состоянии биологической ткани, вход которого сопряжен с местом воздействия на ткань, а выход соединен с входом  
блока управления, выходы которого соединены с входами электронных  
20 ключей, установленных в цепях соединения каждого лазера с блоком питания. Отражательное зеркало установлено с возможностью вывода его из хода излучения, а на оптической оси первого лазера последовательно по ходу излучения расположены фокусирующая система и оптическое  
25 волокно с наконечником, выход которого является другим оптическим выходом устройства.

Более эффективно указанный технический результат достигается тем, что в устройство для лазерной обработки биологической ткани, содержащее блок управления, выходы которого соединены с блоком  
25 питания лазеров, импульсные лазеры, оптические оси которых параллельны, оптически сопряженные отражательное и селективно отражательное для длины волны первого лазера и прозрачное для длины волны второго лазера зеркало, установленные на осях первого и второго  
30 лазеров соответственно, установленные на оптической оси второго лазера фокусирующую систему и оптическое волокно с наконечником, выход которого является оптическим выходом устройства, введен третий импульсный лазер, оптическая ось которого параллельна оптическим осям  
двух других лазеров, а на его оси установлено отражательное зеркало, причем отражательные зеркала установлены с возможностью вывода их из  
35 хода излучения. На оптической оси второго лазера за селективным зеркалом установлено второе селективно отражательное для длины волны третьего лазера и прозрачное для длины волны первого и второго лазеров  
зеркало, оптически сопряженное с отражательным зеркалом, установленным на оси третьего лазера, с фокусирующей системой и  
40 входом оптического волокна, расположенных на оси второго лазера. Кроме того, на каждой из осей первого и третьего лазеров последовательно по ходу излучения расположены фокусирующая система и оптическое волокно с наконечником, выходы которых являются оптическими входами устройства. Устройство также снабжено хотя бы

одним приемником информации о состоянии биологической ткани. вход которого сопряжен с местом воздействия на ткань, а выход соединен с входом блока управления, выходы которого соединены с входами электронных ключей, установленных в цепях соединения каждого лазера с блоком питания.

Приемник информации о состоянии биологической ткани может быть выполнен в виде спектроанализатора в области 200 - 1500 нм., вход которого оптически сопряжен с местом воздействия на ткань и состоящего из дисперсионного элемента, линейки фотодетекторов и элемента сравнения. Приемник информации о состоянии биологической ткани также может быть выполнен в виде фотоэлектрического приемника инфракрасного излучения, вход которого оптически сопряжен с местом воздействия на ткань посредством поворотного зеркала, расположенного на оптической оси лазера между выходным зеркалом лазера и фокусирующей системой через фильтр с полосой пропускания, исключающей попадание на приемник излучения лазера.

Приемник информации о состоянии биологической ткани может быть еще выполнен в виде акустического приемника, установленного таким образом, что направление его максимальной чувствительности составляет с направлением оптической оси на входе наконечника угол  $\alpha$ , удовлетворяющий условию:  $11^\circ < \alpha < 86^\circ$ .

Электронный ключ может быть выполнен в виде полупроводникового или электровакуумного переключателя.

Дополнительно, устройство снабжено системой орошения зоны обработки, состоящей из резервуара для воды с водяным насосом и воздушного компрессора, соответствующие выходы которых объединены в наконечниках и являются ирригационными выходами устройства, а воздушный компрессор в месте соединения с воздухопроводами снабжен электромагнитными клапанами, подключенными к выходам блока управления через линии задержки.

Известно, что эффективность лазерной обработки биологической ткани с одновременным обеспечением низкой инвазивности (степени некроза) зависит от длины волны и мощности лазерного излучения, энергии и времени лазерного воздействия и, для некоторых видов ткани, жидкостного орошения зоны лазерной обработки (см., например, Proceeding of ... Laser-Tissue Interaction V 24-27, January 1994, Los Angeles, California Vol 2134A).

Исследования, проведенные автором, показали, что при этом необходима одновременная оптимизация указанных параметров для каждого вида биоткани. Иными словами, необходимы:

1. возможность выбора оптимальных длин волн излучений лазеров или их смеси,

2. регистрация процесса лазерной деструкции, вида и состояния биоткани и управления длиной волны, мощностью, энергией и временем лазерного действия.

3. система орошения зоны лазерной обработки.

5 Совокупность введенных в устройство хотя бы одного приемника информации о состоянии обрабатываемой биологической ткани, выход которого соединен с входом блока управления, и электронных ключей, установленных в цепях питания лазеров и управляемых выходными сигналами блока управления, представляют собой систему обратной связи, 10 которая обеспечивает автоматический контроль и оптимальное управление параметрами излучений лазеров в зависимости от вида и состояния обрабатываемой ткани и, тем самым, обеспечивает минимальную инвазивность.

15 Необходимость автоматического контроля и управления вызвана часто возникающей невозможностью визуального определения врачом состояния облучаемой ткани и ее вида.

Наличие двух независимых выходов в одном устройстве благодаря возможности вывода отражательного зеркала из хода излучения первого лазера, а также возможность смешивания излучений двух лазеров 20 повышает эффективность работы при обработке биоткани.

Наличие в одном устройстве для обработки биологической ткани трех лазеров с различными длинами волн излучений и независимыми выходами и с возможностью смешивания излучений обеспечивает 25 наибольшую мобильность применения устройства и максимально расширяет его возможности. Например, при одновременном воздействии гольмиевым и неодимовым лазерами на обильно кровоснабженные органы снимается опасность кровотечения при несанкционированной перфорации крупных кровеносных сосудов, а сочетание излучений эрбиевого лазера с неодимовым и гольмиевым эффективно при обработке костных тканей и 30 твердых тканей зуба. Для смешивания излучения третьего лазера с двумя другими или каждым из них введены отражательное и селективное зеркала, установленные соответственно на осях третьего и второго лазеров, а возможность вывода отражательных зеркал из хода излучения и наличие дополнительных фокусирующих систем и оптических волокон 35 обеспечивает независимость трех оптических выходов устройства.

Дополнительно введенная в устройство система орошения, управляемая электромагнитными клапанами, подключенными к выходам блока управления обеспечивает оптимальное сочетание режимов облучения и орошения ткани.

40 По сведениям автора совокупность изложенных в формуле изобретения признаков является новой, а само техническое решение удовлетворяет критерию "изобретательский уровень".

## Краткое описание чертежей

Сущность изобретения поясняется на фигурах, где

фиг.1 - изображает схему устройства для лазерной обработки биоткани.

5 фиг.2 - схему вариантов выполнения и расположения приемников информации о состоянии обрабатываемой биоткани.

фиг.3 - схему устройства при наличии трех лазеров

фиг.4 - систему ирригации.

фиг.5 - блок-схему блока управления.

10 Устройство для лазерной обработки биологической ткани (фиг.1) состоит из блока управления 1, соединенного с ним блока питания 2, импульсных лазеров 3 и 4, соединенных с блоком питания через электронные ключи 5 и 6, которые подключены к выходам блока управления 1. На оптических осях лазеров 3 и 4 расположены, соответственно, отражательное зеркало 7 и селективное зеркало 8, 15 которые оптически сопряжены между собой, фокусирующей системой 9 и выходным торцом оптического волокна 10 с наконечником 11, расположенных на оптической оси лазера 4. Селективное зеркало 8 отражательно для излучения с длиной волны лазера 3, но прозрачно для излучения с длиной волны лазера 4. Расположенное на оптической оси 20 лазера 3 отражательное зеркало 7 подключено к выходу блока управления 1 и в положении А устанавливается под углом  $45^\circ$  к оси, а в положении В параллельно ей. На этой же оси вслед за зеркалом последовательно на ходу излучения расположены фокусирующая система 12 и оптическое волокно 13 с наконечником 14. К входу блока управления 1 подключен 25 электрический выход приемника информации о состоянии биологической ткани 15, вход которого сопряжен с местом воздействия на биоткань 16. Система ирригации 17 подключена к тем же выходам блока управления 1, что и блок питания 2, а ее водяной и воздушный выходы 18 и 19 объединены в наконечнике 11 (14).

30 Лучший вариант осуществления изобретения

На фиг.2 представлен вариант устройства с тремя лазерами 3, 4, 20. На оптической оси лазера 20 установлено отражательное зеркало 21, которое так же, как и отражательное зеркало 7, подключено к блоку управления 1, и в положении А устанавливается под углом  $135^\circ$  к 35 оптической оси, а в положении В параллельно ей. На этой же оптической оси расположены фокусирующая система 22 и входной торец оптического волокна 23 с наконечником 24. Между фокусирующей системой 9 и селективным зеркалом 8 установлено второе селективное зеркало 25, которое оптически сопряжено с зеркалом 21, фокусирующей системой 9 и 40 входным торцом оптического волокна 10. Селективное зеркало 25 отражательно для излучения с длиной волны лазера 20, но прозрачно для излучений с длинами волн лазеров 3 и 4. Блок питания 2 соединен с лазером 20 через электронный ключ 26.

Разновидностями приемника информации 15 о состоянии биоткани 16 могут быть как спектроанализатор 27 (фиг.3), вход которого оптически сопряжен с местом воздействия на биоткань 16, и который состоит из дисперсионного элемента 28, линейки фотодетекторов 29, 5 расположенной в месте соответствующему области длин волн 200 - 1500 нм и элемента сравнения 30; так и фотоэлектрический приемник инфракрасного излучения 31, оптически сопряженный с местом воздействия на биоткань 16 посредством оптического волокна 13 (10, 23), фокусирующей системы 12 (9, 22) и поворотного зеркала 32, 10 расположенного между фокусирующей системой 12 (9, 22) и зеркалом 8 или непосредственно перед выходным зеркалом лазера 3 (20). Перед оптическим входом фотоэлектрического приемника 31 установлен инфракрасный фильтр 33, полюса пропускания которого исключает попадание на фотоэлектрический приемник 31 излучения лазера. В 15 качестве приемника информации 15 о состоянии биологической ткани 16 может быть и акустический приемник 34, расположенный вблизи места воздействия на ткань так, что направление его максимальной чувствительности составляет с оптической осью излучения на выходе наконечника 11 (14, 24) угол  $\alpha$ , лежащий в пределах от  $11^\circ$  до  $86^\circ$ .

20 В связи с тем, что число приемников информации о состоянии биоткани может колебаться от одного до десяти (по каждому виду, около каждого наконечника), количество входов блока управления может быть равно десяти).

Система орошения зоны обработки 17, изображенная на фиг.4 25 состоит из резервуара для воды с водяным насосом 35, к которому присоединена водопроводящая трубка 18, и воздушного компрессора 36. Присоединенные к воздушному компрессору 36 воздухопроводящие трубки 19 снабжены электромагнитными клапанами 37, 38, 39, которые 30 подключены к тем же выходам блока управления 1, что и блок питания 2, через линии задержки 40, 41, 42.

Устройство работает следующим образом. Излучения лазеров 3, 4, 20, в случае нахождения отражательных зеркал 7 и 21 в положении В, пройдя фокусирующие системы 9, 12, 22, отрезки оптических волокон 10, 13, 23 и наконечники 11, 14, 24 поступают на оптические выходы 35 устройства.

Если отражательные зеркала 7 и 21 находятся в положении А, излучение лазера 3, отразившись от зеркала 7 попадет на селективное зеркало 8 и, отразившись от него, направляется вдоль оптической оси 40 лазера 4. Аналогично, при наличии лазера 20, излучение этого лазера, отразившись от зеркала 21, а затем от селективного зеркала 25 также направляется вдоль оптической оси лазера 4. В результате, в связи со 40 свойством селективных зеркал 8 и 25, в фокусирующую систему 9 и, тем самым на оптический выход наконечника 11 могут поступать излучения всех трех лазеров одновременно.



Выбор вида приемника информации 15 о состоянии биоткани 16 зависит от вида ткани и режима обработки, а также, от вида наконечника. При работе с неконтактными наконечниками основная часть излучения эрозионного факела, возникающего из-за свечения удаляемых частиц биоткани лежит в видимой и ближних ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра (200 - 1500нм) и является причиной невозможности визуального наблюдения вида и состояния биоткани. Спектральный состав излучения эрозионного факела зависит от вида биоткани, поэтому необходим спектральный анализ этого излучения, которое попадает на дисперсионный элемент 28 спектроанализатора 27, разлагается в спектр и попадает на линейку фотодетекторов 29, соединенную с элементом сравнения 30. Уровень выходного электрического сигнала элемента сравнения 30 соответствует конкретной комбинации длин волн спектра излучения эрозионного факела. Электрический сигнал от элемента сравнения 30 спектроанализатора 27 поступает на вход блока управления 1, где вырабатывается сигнал изменения режима излучения лазеров.

Работа с контактными наконечниками связана с нагреванием лазерным излучением торца рабочего инструмента (волокно или сапфировый наконечник) до определенной температуры, достаточной для разрушения биоткани. Нагрев места воздействия сопровождается возникновением инфракрасного излучения, которое передается по волокну наконечника 11 (14, 24) и отрезку оптического волокна 10 (13, 23) в направлении, обратном ходу лазерного излучения, отражается от поворотного зеркала 32, проходит инфракрасный фильтр 33 и попадает на фотозлектрический приемник 31. Электрический сигнал с выхода фотозлектрического приемника 31 поступает в блок управления 1, где в зависимости от параметров этого сигнала вырабатывается сигнал остановки, продолжения или изменения режима работы лазера.

Экспериментально установлено, что тепловое излучение, возникающее при работе с контактными наконечниками находится в глубокой инфракрасной области. В этой области чувствительность фотозлектрических приемников очень мала. Спектральная область излучения лазеров также лежит в инфракрасной области. Поэтому полоса пропускания инфракрасного фильтра 33 согласована со спектральной чувствительностью фотоприемника 31, с окном прозрачности оптического волокна 13 и обеспечивает исключение попадания на фотоприемник 31 излучения лазеров 3, 4, 20.

Продукты лазерного разрушения биоткани разлетаются со сверхзвуковой скоростью, и в следствие резкого изменения давления из-за сопротивления среды генерируется акустическая волна. Для различных тканей амплитуда акустической волны различна. Амплитуда акустической волны регистрируется акустическим приемником 34, электрический сигнал с которого поступает на блок управления 1, где синтезируется сигнал временной остановки излучения или изменения режима работы

лазера в зависимости от типа обрабатываемой ткани или в случае превышения энергии лазерного импульса над порогом разрушения биоткани, что влияет на степень лазерного некроза.

5 Прекращение, в случае необходимости, режима излучения лазеров в соответствии с сигналами спектроанализатора 27, фотоэлектрического или акустического приемников 31 и 34 происходит с помощью  
10 быстродействующих электронных ключей 5, 6, 26. Сигнал с блока управления 1 подается на управляющий вход электронного ключа 5, (6, 26) размыкая цепь питания каждого из лазеров. Прекращение импульса излучения эффективно, если время отключения питания меньше  
15 длительности импульса излучения. (Длительность импульса излучения может быть 150 - 500 мксек.). Поэтому в качестве электронного ключа должен использоваться элемент с высоким быстродействием. Такими управляемыми ключами являются полупроводниковые или  
15 электровакуумные переключатели, время срабатывания которых не превышает 100 мкс.

Орошение биоткани с помощью ирригационной системы 17  
20 происходит следующим образом. Из резервуара для воды с водяным насосом 35 вода заполняет водопроводящие трубки 18. В случае необходимости орошения ткани сигналы из блока управления 1 поступают на электромагнитный клапан 37 (38, 39), который открывает поступление  
25 воздуха под давлением из воздушного компрессора 36 в воздуховод 19. Концы водо- и водопроводящих трубок 18 и 19 расположены в наконечниках 11 (14, 24) так, что поступление воды на ирригационные выходы устройства происходит при подаче воздуха по принципу  
25 пульверизатора.

Сигналы из блока управления 1 поступают на электромагнитные клапаны 37 (38, 39) через линии задержки 40 (41, 42) одновременно с  
30 сигналами запуска импульсов генерации лазеров 3 (4, 20).

Орошение биоткани водой должно происходить в промежутках  
30 между импульсами излучения лазеров (с целью избежать нежелательное рассеяние излучения и повысить эффективность орошения), поэтому длительность времени задержки линий задержки 40 (41, 42) равна  
35 временной длительности импульсов излучения лазеров с учетом времени поступления воздуха к концам трубок 19.

Пример конкретной реализации заявляемых устройств состоит в следующем:

Блок управления 1 (фиг. 5) состоит из усилителя входных сигналов с интегратором, восьмиканального десятиразрядного аналого-цифрового  
40 преобразователя (АЦП) с последовательным интерфейсом max 192 серии, процессора PC-104 с кварцевым генератором и восьмиканального тринадцатиразрядного цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) с последовательным интерфейсом max 540 серии. Выходные сигналы ЦАП являются выходами блока управления 1, по трем из которых, кроме

сигналов запуска импульсов генерации, поступают сигналы, определяющие величину энергии накопительных конденсаторов блока питания 2.

- 5 В качестве лазеров используются лазеры: Nd:YAG (длина волны 1.06 мкм или 1.32 мкм), Ho:YAG (длина волны 2.09 мкм) и Er:YAG (длина волны 2.94 мкм). В качестве дисперсионного элемента 28-стеклянная призма, в качестве фотодетекторов 29 - кремниевые полупроводниковые фотодиоды ФД-256, а в качестве фотоэлектрического приемника инфракрасного излучения 31 - германиевый фотодиод ФД-9. Элемент сравнения 30 - микросхема K554CA3 или LM-111. Акустический
- 10 приемник 34 - микрофон В&К4138.

#### Промышленная применимость

- Таким образом, предлагаемые устройства, за счет совокупности заявляемых признаков, обеспечивая оперативное управление, с
- 15 возможностью варьирования в широком диапазоне параметрами лазерного излучения, позволяют проводить хирургические процедуры на биотканях в качестве либо скальпеля, либо коагулятора, либо деструктора в зависимости от требуемых типов, режимов и сочетаний работы лазеров, ориентированных на минимальную травматичность при данном виде воздействия на данную биоткань.

## Формула изобретения

1. Устройство для лазерной обработки биологической ткани, содержащее блок управления (1), выходы которого соединены с блоком питания (2) лазеров, импульсные лазеры (3, 4), оптические оси которых параллельны, оптически сопряженные отражательное зеркало (7) и селективно отражательное для длины волны первого лазера (3) и прозрачное для длины волны второго лазера (4) зеркало (8), которые расположены на оптических осях первого и второго лазеров соответственно, установленные на оптической оси второго лазера (4) фокусирующую систему (9) и оптическое волокно (10) с наконечником (11), выход которого является оптическим выходом устройства, отличающееся тем, что в него введен хотя бы один приемник информации (15) о состоянии биологической ткани (16), вход которого сопряжен с местом воздействия на биоткань (16), а выход соединен с входом блока управления (1), выходы которого соединены с входами электронных ключей (5, 6), установленных в цепях соединения каждого лазера с блоком питания (2), кроме того, отражательное зеркало (7) установлено с возможностью вывода его из хода излучения, а на оптической оси первого лазера (3) последовательно по ходу излучения расположена фокусирующая система (12) и оптическое волокно (13) с наконечником (14), выход которого является другим оптическим выходом устройства.

2. Устройство для лазерной обработки биологической ткани, содержащее блок управления (1), выходы которого соединены с блоком питания (2) лазеров, импульсные лазеры (3, 4, 20), оптические оси которых параллельны, оптически сопряженные отражательное зеркало (7) и селективно отражательное для длины волны первого лазера (3) и прозрачное для длины волны второго лазера (4) зеркало (8), которые расположены на оптических осях первого и второго лазеров соответственно, установленные на оптической оси второго лазера (4), фокусирующую систему (9) и оптическое волокно (10) с наконечником (11), выход которого является оптическим выходом устройства, отличающееся тем, что в него введен третий импульсный лазер (20), оптическая ось которого параллельна оптическим осям двух других лазеров, установлено отражательное зеркало (21), причем отражательные зеркала (7, 21) установлены с возможностью вывода их из хода излучений, а на оптической оси второго лазера (4) за селективным зеркалом (8) установлено второе селективно отражательное для длины волны третьего лазера (20) и прозрачное для длины волны первого и второго лазеров (3, 4) зеркало (25) оптически сопряженное с отражательным зеркалом (21), установленным на оптической оси третьего лазера (20), фокусирующей системой (9) и входом оптического волокна (10), расположенных на оси второго лазера (4), на каждой из осей первого и третьего лазеров (3, 20) последовательно по ходу излучения расположены фокусирующая (12, 22) система и оптическое волокно (13, 23) с наконечником (14, 24), выходы

которых являются другими оптическими выходами устройства, снабженного также хотя бы одним приемником информации (15) о состоянии биологической ткани (16), вход которого сопряжен с местом воздействия на биоткань (16), а выход соединен с входом блока управления (1), выходы которого соединены с входом электронных ключей (5, 6, 26), установленных в цепях соединения каждого лазера (3, 4, 20) с блоком питания (2).

3. Устройство по п.1, 2, отличающееся тем, что приемник информации (15) о состоянии биологической ткани (16) выполнен в виде спектроанализатора (27) в области 200 нм - 1500 нм, вход которого оптически сопряжен с местом воздействия на биоткань (16), и состоящего из дисперсионного элемента (28), линейки фотодетекторов (29) и элемента сравнения (30).

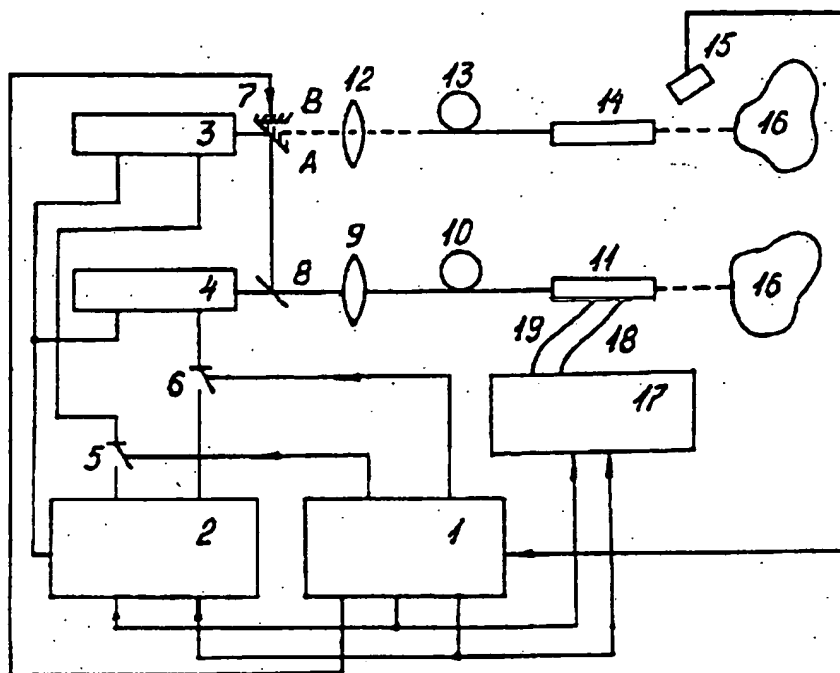
4. Устройство по п. 1, 2, отличающееся тем, что приемник информации (15) о состоянии биологической ткани (16) выполнен в виде фотоэлектрического приемника (31) инфракрасного излучения, вход которого оптически сопряжен с местом воздействия на биоткань (16) посредством поворотного зеркала (32), расположенного на оптической оси лазера (3, 4, 20) между выходным зеркалом лазера (3, 4, 20) и фокусирующей системой (9, 12, 22) . через фильтр (33) с полосой пропускания, исключаяющей попадание на приемник (31) излучения лазера.

5. Устройство по п. 1, 2, отличающееся тем, что приемник информации (15) о состоянии биологической ткани (16) выполнен в виде акустического приемника (34), установленного таким образом, что направление его максимальной чувствительности составляет с направлением оптической оси на выходе накопчика (11, 14, 24) угол  $\alpha$ , удовлетворяющий условию:  $11^\circ < \alpha < 86^\circ$ .

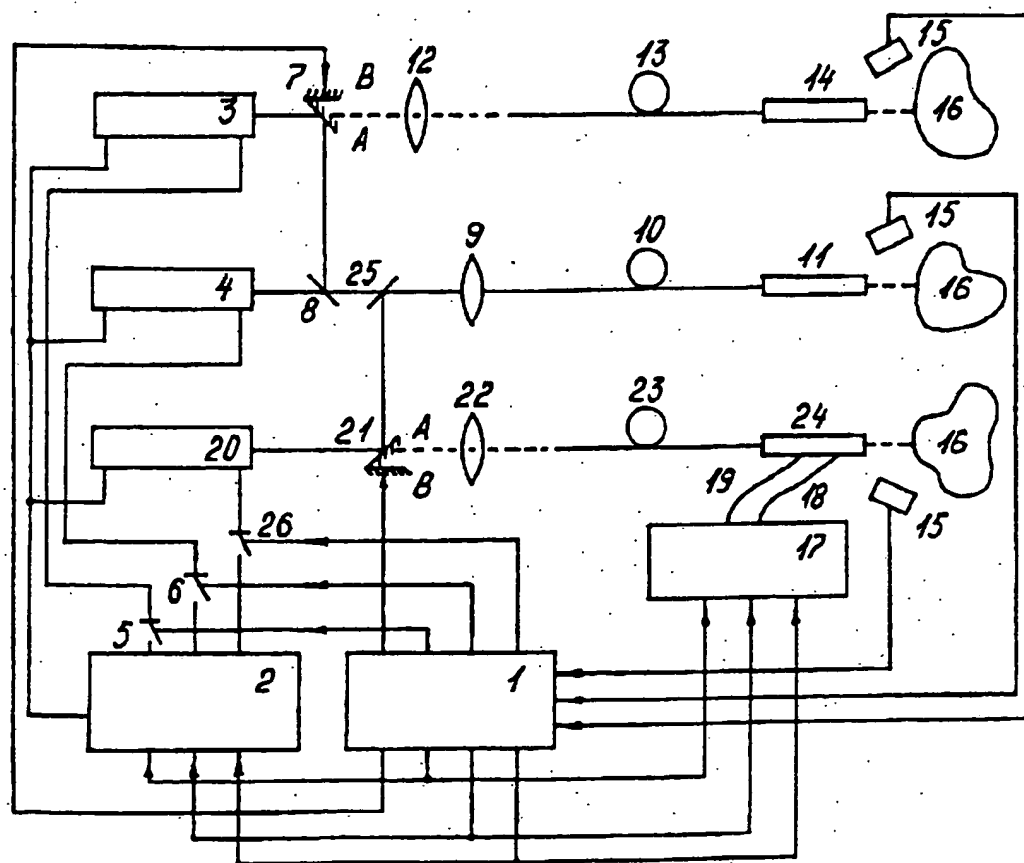
6. Устройство по п. 1,2, отличающееся тем, что электронный ключ (5, 6, 26) выполнен в виде полупроводникового или электровакуумного переключателя.

7. Устройство по п. 1, 2, отличающееся тем, что оно дополнительно снабжено системой орошения (17), состоящей из резервуара для воды с водяным насосом (35) и воздушного компрессора (36), соответствующие выходы (18, 19) которых объединены в накопчиках (11, 14, 24) и являются ирригационными выходами устройства, а воздушный компрессор (36) в месте соединения с воздухопроводами (19) снабжен электромагнитными клапанами (37, 38, 39), подключенными к выходам блока управления (1) через линии задержки 40, 41, 42.

1/2

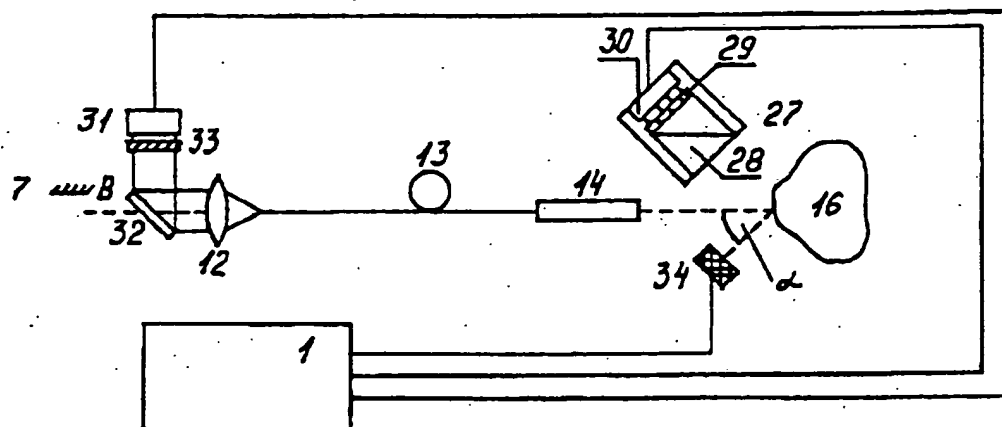


Фиг. 1

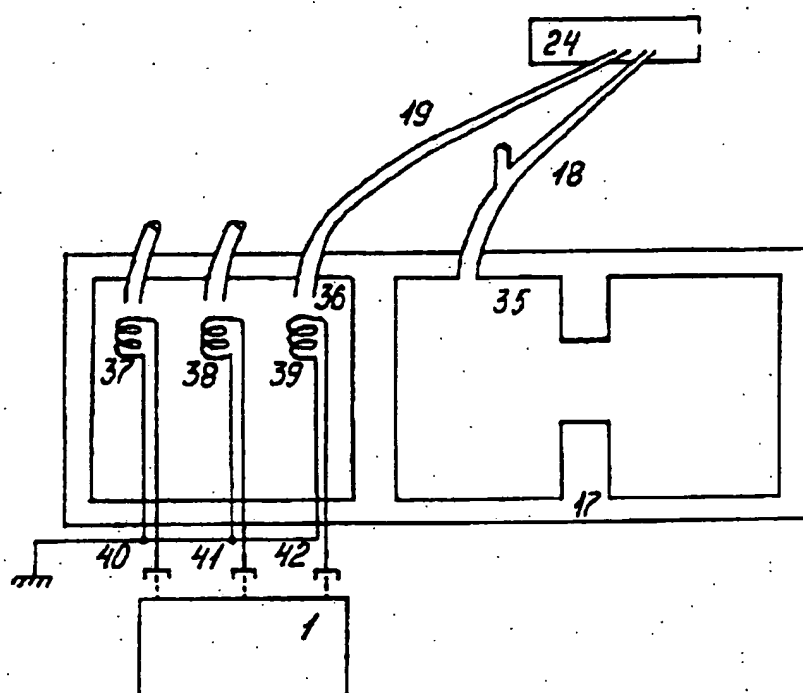


**Фиг. 2**

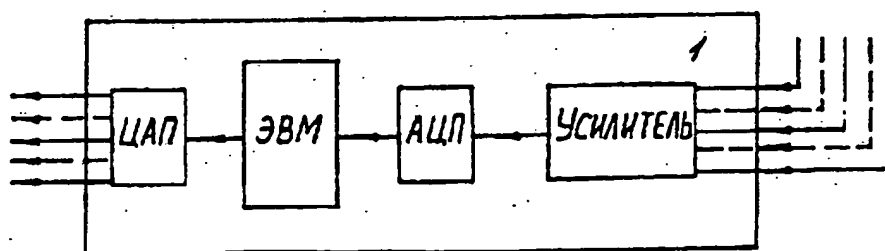
2/2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU95/00211

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: A61N 5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: A61N 5/06, A61B 17/36, A61C 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO, A1,90/12548 (VASSILIADIS, ARTHUR et al), 01 November 1990 (01.11.90), the description, pages 1,5-9, Figs. 1-4.	1,3-7,2-7
A	EP, A2,0429297 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 29 May 1991 (29.05.91), the description, pages 1-5, Figs. 1-4	1,3-7,2-7
A	EP, A1,0320080 (DIAMANTOPOULOS, COSTAS), 14 June 1989 (14.06.89), the description, pages 1,4-8, Fig. 4	1,3-7,2-7
A	EP, A1,0253734 (SOCIETE CIVILE de RECHERCHE "SCR RECHERCHES et DEVELOPPEMENT"), 20 January 1988 (20.01.88)	1,3-7,2-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 January 1996 (11.01.96)	23 January 1996 (23.01.96)
Name and mailing address of the ISA/RU	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/RU 95/00211

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SU, A, 4836203 (CARL-ZEISS-STIFTUNG), 06 June 1989 (06.06.89)	1,3-7,2-7

# ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка No  
PCT/RU 95/00211

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: A61N 5/06  
Согласно Международной патентной классификации (МКИ-6)

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (Система классификации и индексов) МКИ-6: A61N 5/06, A61B 17/36, A61C 5/00

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория *	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	WO. A1.90/12548 (VASSILIADIS, ARTHUR et al), 01 ноября 1990 (01.11.90), описание с. 1-5, фиг. 1-4	1.3-7.2-7
A	EP. A2.0429297 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 29 мая 1991 (29.05.91), описание с. 1-5, фиг. 1-4	1.3-7.2-7
A	EP. A1.0320080 (DIAMANTOPOULOS, COSTAS), 14 июня 1989 (14.06.89), описание с. 1-4-5, фиг. 4	1.3-7.2-7
A	EP. A1.0253734 (SOCIETE CIVILE de RECHERCHE "SCR RECHERCHES et DEVELOPPEMENTS"), 20 января 1988 (20.01.88)	1.3-7.2-7

☒ последующие документы указаны в продолжении графы С

☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

\* Особые категории ссылочных документов:  
"А" - документ, определяющий общий уровень техники.  
"Е" - более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.  
"О" - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.  
"Р" - документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.

"Т" - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения.  
"Х" - документ, имеющий более близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень.  
"У" - документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории.  
"Э" - документ, являющийся патентом-аналогом.

Дата действительного завершения международного поиска:  
11 января 1996 (11.01.96)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске:  
23 января 1996 (23.01.96)

Наименование и адрес Международного поискового органа:  
Всероссийский научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, Россия, 121858, Москва, Бережковская наб. 30-1  
факс (095) 243-33-37, телетайп 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

Л.А. СЕДИКОВ  
тел. (095) 240-56-88

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка No  
PCT/RU 95/00211

С. (Продолжение) ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория *	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
-------------	---	------------------------

A

SU. A. 4836203 (CARL-ZEISS-STIFTUNG).  
06 июня 1989 (06.06.89)

1.3-7.2-7